

FOURTH-YEAR PROFESSIONAL PRACTICE TOPICS

Fall Semester 2026

Institute of Theoretical Physics and Astronomy

	Supervisor	Thesis Title in Lithuanian	Thesis Title in English	Description in Lithuanian	Description in English
1.	Aleksejus Kononovičius	Vėlinimo mechanizmų įtaka rinkėjo modelio spektrinei ir stacionariai statistikai	Spectral and stationary statistics of the noisy voter model with delay mechanisms	Tikslas: ištirti, kaip skirtingi vėlinimo mechanizmai paveikia rinkėjo modelio stacionarias statistines savybes ir galios spektrinį tankį. Lyginsime Lambiotte et.al. [Phys.Rev.E 79, 046107] pasiūlytą vėlinimo mechanizmą (kai vėlinami pavienių individų būsenų pokyčiai) su vadovo ir bendraautorių [Physica A 652, 130062] pasiūlytu vėlinimo mechanizmu (kai vėlinami globalios būsenos stebėjimai). Pagrindinis darbo klausimas būtų ar įmanoma atskirti šiuos mechanizmus?	Tikslas: ištirti, kaip skirtingi vėlinimo mechanizmai paveikia rinkėjo modelio stacionarias statistines savybes ir galios spektrinį tankį. Lyginsime Lambiotte et.al. [Phys.Rev.E 79, 046107] pasiūlytą vėlinimo mechanizmą (kai vėlinami pavienių individų būsenų pokyčiai) su vadovo ir bendraautorių [Physica A 652, 130062] pasiūlytu vėlinimo mechanizmu (kai vėlinami globalios būsenos stebėjimai). Pagrindinis darbo klausimas būtų ar įmanoma atskirti šiuos mechanizmus?
2.	Aleksejus Kononovičius	Konkurencijos statistikos taikymas rinkėjo modeliui	Competition statistics in the noisy voter model	Tikslas: nustatyti kokio pobūdžio konkurencijos statistika pasižymi rinkėjo modelis. Konkurencijos statistika pasiūlyta Pal et al. darbe [Phys. Rev. Lett. 135, 017401] teigiant, kad demokratiniai rinkimai pasižymi universalia konkurencijos statistika. Šios statistikos pobūdis gali būti paaiškintas atsitiktinio balsavimo modeliu. Lyg šiol pagrindinis nuomonių dinamikos modelis buvo rinkėjo modelis, tad kyla natūralus klausimas - kokio pobūdžio konkurencijos statistika pasižymi rinkėjo modelis?	Goal: to investigate the nature of the competition statistics characteristic of the noisy voter model. Competition statistics were proposed by Pal et al. in their work [Phys. Rev. Lett. 134, 017401]. Reportedly, many democratic elections exhibit universal competition statistics. Pal et al. have shown that a random voting model explains the observed competition statistics. Until now, the noisy voter model has been the cornerstone model of opinion dynamics; thus, a natural question arises: What kind of competition statistics can be reproduced by the noisy voter model?
3.	Aleksejus Kononovičius	Pirmo kirtimo laikai rinkėjo modelyje su viešų-privačių būsenų dinamika	First-passage times in voter model with public-private opinion dynamics	Tikslas: ištirti pirmo kirtimo laikų statistiką rinkėjo modelyje su viešų-privačių būsenų dinamika. Klasikinio rinkėjo modelio pirmojo kirtimo laikų statistinės savybės yra gerai žinomos. Įdomu, kaip jos pasikeičia įvedus privačias būsenas, atspindinčias išankstinę nusistatymą ar būsenų inerciją. Tokių būsenų įvedimas gali kokybiškai pakeisti tvarkos atsiradimo dinamiką ir statistiką. Ankstesnis darbas [Philos. Trans. A 380, 20210169] jau parodė, kad privačių būsenų mechanizmo įvedimas esmingai pakeičia modelio	Goal: explore first-passage time statistics within the voter model with public-private opinion dynamics. First-passage (consensus) time properties of the classical voter model are well-known. However, introducing a distinction between publicly expressed and privately held opinions can qualitatively alter the pathways and timescales to consensus, as hidden disagreement may persist even when public agreement appears complete. Recent work [Philos. Trans. A 380, 20210169] shows that such extensions lead to richer dynamical behavior, including delayed consensus

				fazinį portretą - atsiranda papildomos metastabilios būsenos, kurios sulėtina tikros tvarkos būsenos nusistovėjimą. Šiuo darbu siekiam geriau suprasti, kaip mikroskopinių mechanizmų pokyčiai įtakoja tvarkos atsiradimą makroskopiniame lygmenyje.	and metastable states. Understanding how these effects manifest in first-passage statistics is therefore essential for connecting microscopic mechanisms with macroscopic emergence of order.
4.	Edita Stonkutė	Žvaigždžių metalingumas kaip planetų milžinių formavimosi indikatorius	Stellar Metallicity as a Tracer of Giant-Planet Formation	Žvaigždės, aplink kurias aptikta dujinių milžinių tipo planetų, paprastai pasižymi didesniu metalingumu nei žvaigždės prie kurių planetų neužfiksuota. Ši koreliacija patvirtina branduolio akrecijos planetų formavimosi modelį, pagal kurį didesnis metalų kiekis pagreitina planetų milžinių branduolių formavimąsi, todėl žvaigždės metalingumas tampa paprastu, tačiau veiksmingu planetų formavimosi diagnostiniu rodikliu. Šio darbo tikslas yra nustatyti nedidelės žvaigždžių imties metalingumą ir patikrinti, ar planetas milžines turinčios žvaigždės pasižymi sistemingai didesniu metalingumu nei žvaigždės be aptiktų planetų. Tiriamą imtį sudaro nuo 15 iki 25 FGK spektrinių klasių nykštukių ir submilžinių, kurių parametrai artimi Saulės: maždaug pusė jų yra patvirtintos planetų milžinių šeimininkės, o likusią dalį sudaro kontrolinė imtis. Darbe naudojami Molėtų astronomijos observatorijos 165 cm teleskopu gauti didelės skyros spektrai, papildyti archyviniais spektrais. Pagrindiniai žvaigždžių parametrai (efektinė temperatūra, paviršiaus gravitacija, metalingumas ir mikroturbulencijos greitis) nustatomi klasikiniu ekvivalentinių pločių metodu, taikant MOOG programą ir MARCS atmosferų modelius. Galiausiai planetų milžinių turinčių ir kontrolinių žvaigždžių metalingumo pasiskirstymai palyginami tarpusavyje, kiekybiškai įvertinant jų skirtumą branduolio akrecijos modelio kontekste. Atlikdamas šį darbą, studentas įgyja išsamų praktinį šiuolaikinės žvaigždžių spektroskopijos ir jos sąsajų su egzoplanetų tyrimais pažinimą. Be to, ugdo universalius gebėjimus: analizuoti mokslinius duomenis, naudoti pagrindinius programavimo ir grafinio duomenų vaizdavimo įgūdžius bei aiškiai pristatyti rezultatus tiek raštu, tiek žodžiu.	Stars around which gas-giant planets have been detected generally show higher metallicity than stars where no planets have been recorded. This correlation supports the core-accretion model of planet formation, in which a higher metal content speeds up the formation of giant-planet cores, making stellar metallicity a simple yet effective diagnostic indicator of planet formation. The aim of this work is to determine the metallicity of a small sample of stars and to test whether stars hosting giant planets show systematically higher metallicity than stars without detected planets. The sample consists of 15 to 25 FGK-type dwarfs and subgiants with parameters close to solar: roughly half are confirmed giant-planet hosts, while the remainder form a control sample. This work uses high-resolution spectra obtained with the 165 cm telescope of the Molėtai Astronomical Observatory, supplemented by archival spectra. The fundamental stellar parameters (effective temperature, surface gravity, metallicity, and microturbulent velocity) are determined using the classical equivalent-width method with the MOOG code and MARCS model atmospheres. Finally, the metallicity distributions of the giant-planet hosts and the control stars are compared with each other, with their difference assessed quantitatively in the context of the core-accretion model. In carrying out this work, the student gains a thorough, hands-on understanding of modern stellar spectroscopy and its connection to exoplanet research. In addition, the student develops transferable skills: analysing scientific data, applying basic programming and data-visualisation techniques, and presenting results clearly in both written and oral form.

5.	Samarendra Nayak	Mašininio mokymosi pagrindu atliekamas fono (background) atmetimas naudojant CMS Run 2 duomenis	Machine learning-based background rejection using CMS Run 2 data	Studentas dirbs mokydamas ir optimizuodamas mašininio mokymosi (ML) modelį fono (background) atmetimui, ieškant reto skilimo CMS eksperimente. Naudojama sistema remiasi CMS Run 2 pavyzdžiais (duomenimis ir MC), kurie bus pateikti. Rezultatai apims ROC kreives, požymių svarbos analizę ir optimizuotą atrankos darbo tašką. Reikalingi įgūdžiai: Python, bazinės žinios apie mašininį mokymąsi, susidomėjimas dalelių fizika.	The student will work on training and optimizing a machine learning (ML) model for background rejection in the search for the rare decay at CMS. The framework uses CMS Run 2 samples (data and MC), which will be provided. The deliverables include ROC curves, feature importance studies, and an optimized selection working point. Required skills: Python, basic machine learning, interest in particle physics.
6.	Thomas Gajdosik	for communicating with the supervisor English is required, so no Lithuanian title is given now	Limiting Yukawa couplings in the Grimus–Neufeld model by Lepton Flavor violating measurements.	for communicating with the supervisor English is required, so no Lithuanian description is given now	The students will calculate decay rates in the Grimus–Neufeld model and compare them to Branching ratio measurements in order to extract limits on the involved couplings. Knowledge of the lectures EPP1 and EPP2 are highly encouraged (i.e. needed for the calculation, but can be learned during the semester, too) <http://web.vu.lt/ff/t.gajdosik/files/2025/06/Research-area.pdf>
7.	Arnoldas Deltuvas	Keistųjų dalelių sąveikos ir virsmai	Interactions and transitions of strange particles	Hiperonai yra barionai, sudaryti ne tik iš u ir d kvarkų, kaip protonai ir neutronai, bet turintys bent vieną keistąjį (s) kvarką. Lengviausi hiperonai, tokie kaip Λ ir Σ, yra nestabilūs ir skyla dėl silpnosios sąveikos, jų gyvavimo trukmė siekia apie (10^{-10}) s. Kadangi hiperonai turi keistumo kvantinį skaičių, jų sąveikų tyrimai suteikia unikalią galimybę nagrinėti stipriąją sąveiką sistemoje, kurioje dalyvauja keistieji kvarkai. Hiperonai gali būti įterpti į atomų branduolius ir sudaryti hiperbranduolius, kurie yra svarbi laboratorija hiperonų–nukleonų bei hiperonų–hiperonų sąveikoms tirti. Šie tyrimai yra svarbūs ne tik siekiant geriau suprasti stipriąją sąveiką keistumo sektoriuje, bet ir aprašant tankią barioninę medžiagą, pavyzdžiui, neutroninių žvaigždžių vidų.	Hyperons are baryons containing one or more strange quarks in addition to the up and down quarks that constitute ordinary nucleons. The lightest hyperons, such as the Λ and Σ particles, are unstable and decay through the weak interaction with lifetimes of the order of (10^{-10}) s. Since hyperons carry strangeness, their interactions provide a unique opportunity to study the role of strange quarks in hadronic and nuclear systems. Hyperons can be embedded in atomic nuclei to form hypernuclei, which serve as an important laboratory for investigating hyperon–nucleon and hyperon–hyperon interactions. These studies are relevant not only for understanding the strong interaction in the strangeness sector but also for describing dense baryonic matter, including the interior of neutron stars.
8.	Šarūnas Mikolaitis	GK tipo žvaigždės sistemose su įtariamomis neaktyviomis juodosiomis skylėmis	GK Stars in Candidate Dormant Black Hole Systems	Gaia kosminės observatorijos duomenys leidžia identifikuoti žvaigždes, kurios, manoma, priklauso sistemoms su neaktyviomis juodosiomis skylėmis. Studentai tirs GK tipo žvaigždes tokiose sistemose. Naudodamiesi didelės skiriamosios gebos spektroskopiniais stebėjimais, jie atliks išsamią šių žvaigždžių spektroskopinę analizę ir nagrins, kaip	Data from the Gaia space observatory have enabled the identification of stars that are believed to be members of candidate dormant black hole systems. Students will investigate GK-type stars in such systems. Using high-resolution spectroscopic observations, they will perform a comprehensive spectroscopic analysis of these stars and explore how the derived stellar properties can help

				nustatytos žvaigždžių savybės gali padėti geriau suprasti tokių sistemų prigimtį. Duomenų apdorojimui, vizualizavimui ir analizei bus naudojama standartinė spektroskopinių duomenų analizės programinė įranga bei nedidelės pačių studentų parašytos Python programos. Tikėtina, kad studentas atliks dalį stebėjimų Molėtų astronomijos observatorijoje.	improve our understanding of the nature of these systems. Standard spectroscopic data analysis software, together with small Python programs written by the students themselves, will be used for data reduction, visualization, and analysis. The student is also expected to participate in observations at the Molėtai Astronomical Observatory.
9.	Šarūnas Masys	Teorinis nanodeimantų geometrinės struktūros tyrimas	Geometric structure of nanodiamonds: Theoretical investigation	Nanodeimantai yra deimanto nanodalelės, pasižyminčios įvairiomis naudingomis fizikinėmis, cheminėmis ir mechaninėmis savybėmis, todėl patrauklios nanotechnologijų taikymuose. Šiame darbe būtų nagrinėjamos nanodeimantų geometrinės struktūros ypatybės taikant kvantinės chemijos metodus.	Nanodiamonds are diamond nanoparticles that possess various beneficial physical, chemical, and mechanical properties, making them attractive in nanotechnology applications. In this work, the features of nanodiamonds' geometric structure will be investigated by employing quantum chemistry methods.
10.	Gediminas Gaigalas	Antrosios eilės Relėjaus ir Šrėdingerio trikdžių teorija, skirta konfigūracijų superpozicijos metodui	Second-Order Rayleigh-Schrödinger Perturbation Theory for the Configuration Interaction Method	Šiame darbe pirmiausiai bus susipažindinama su Raylėjau ir Šrėdingerio trikdžių teorija, konfigūracijos superpozicijos metodu atomo teorijoje ir atitinkamomis kompiuterinėmis programomis. Remiantis šiais metodais ir programomis, planuojama apskaičiuoti lengvųjų atomų energijos spektrą.	This work will first introduce the Rayleigh-Schrödinger perturbation theory, the configuration superposition method in atomic theory, and the corresponding computer programs. Based on these methods and programs, calculations of the energy spectrum of light atoms are planned.
11.	Bruno Curjuric	Artimi Saulės tipo kontaktai	Close Encounters of the Solar Kind	Netoli Saulės sistemos skriejančios žvaigždės gali priartėti prie mūsų tiek, kad sutrikdytų išorinę Saulės sistemos dalį ir galbūt net paveiktų planetų orbitų stabilumą. Šiame projekte tiriama netoliese esančių žvaigždžių judėjimas, atsekant jų praeities ir ateities trajektorijas realistiškame Paukščių Tako modelyje. Sekdami žvaigždžių orbitas, nustatysime ir charakterizuosime jų artimus priartėjimus prie Saulės - kaip dažnai jie vyksta ir kaip arti žvaigždės gali priartėti. Studentai įgis praktinės patirties dirbdami su tikrais astronominiais duomenimis, susipažins su orbitų modeliavimo pagrindais ir sužinos, kaip stebėjimų neapibrėžtumai veikia rezultatus, taip pat geriau supras, kaip žvaigždžių dinamika siejasi su planetinių sistemų evoliucija ir ilgalaikio tinkamumo gyvybei perspektyva.	Passing stars can come close enough to the Sun to disturb the outer Solar System and potentially affect planetary stability. This project explores the motion of nearby stars by tracing their past and future trajectories in a realistic model of the Milky Way. By following their orbits, we will identify and characterise close approaches to the Sun, including how often they occur and how close they can get. Students will gain hands-on experience with real astronomical data, learn the basics of orbital modelling and how observational uncertainties affect the results, and develop a broader understanding of how stellar dynamics connect to planetary system evolution and long-term habitability.
12.	Bruno Curjuric	Gyvybei tinkamos zonos aplink evoliucionuojančias žvaigždes	Habitable Zones Around Evolving Stars	Gyvybei tinkama zona - regionas aplink žvaigždę, kurio ribose sąlygos tinkamos egzistuoti skystam vandeniui planetos paviršiuje - nėra statiška, o kinta žvaigždės evoliucionuojant. Naudodami žvaigždžių modelius, nagrinėsime, kaip gyvybei tinkamos zonos	The concept of a habitable zone, the region around a star where conditions may permit liquid water on a planet's surface, is not static but changes as stars evolve. Using simple stellar models, we will explore how habitable zones change over time with varying stellar parameters, and how

				keičiasi laikui bėgant keičiantis žvaigždžių parametrams, ir kaip tai lemia laikotarpį, kurį planetos gali išlikti gyvybei tinkamose sąlygose skirtinguose žvaigždžių evoliucijos etapuose. Studentai įgis gilesnį žvaigždžių evoliucijos ir jos modeliavimo supratimą bei panagrins, kaip žvaigždžių fizika formuoja planetų tinkamumą gyvybei ir gyvybės atsiradimo galimybes astronominiiais laiko masteliais.	this determines how long planets can remain habitable around stars at different evolutionary stages. Students will gain a deeper understanding of stellar evolution and its modelling, and build intuition for how stellar physics shapes planetary habitability and the potential for life over cosmic time.
13.	Simonas Draukšas	Daisono eilutės nagrinėjimas antruoju priartėjimu	Investigation of Dyson series at second order	Dysono eilutė, tai 1dalele neredukuojamų Feynmano diagramų geometrinė eilutė ir yra svarbi skaičiuojant pataisas dalelių propagatoriams kvantinio lauko teorijoje. Studentas(-ė) nagrinėtų antrosios eilės diagramas, konstruotų atitinkamus integralus, ieškotų jų savybių.	Dyson series is a geometric series of 1-particle-irreducible Feynman diagrams and is important in calculating corrections to particle propagators in quantum field theory. The student would investigate the diagrams at second order, construct appropriate loop integrals, and look for their properties.
14.	Simonas Draukšas	Sklandos skerspjūviai Vilsono kameroms	Scattering cross-sections for the Wilson chamber	Vilsono (debesų) kamera, tai vienas primityviausių dalelių detektorių, kurį galima pasigaminti beveik namų sąlygomis. Tokia kamera leidžia plika akimi stebėti dalelių trekus. Iš kitos pusės, mikroskopinis dalelių sąveikų aprašymas atliekamas naudojant kvantinės lauko teorijos metodus. Tad studentas(-ė) turėtų rasti sąsają tarp matomų trekų ir atitinkamų sklandos skerspjūvių suskaičiuotų kvantinio lauko teorijoje ir, esant galimybei, pasidaryti Vilsono kamerą bei skaičiavimus patikrinti eksperimentiškai.	Wilson (cloud) chamber is one of the most primitive particle detectors, which can be made of almost everyday items. Such a chamber allows to observe particle tracks with a naked eye. On the other hand, the microscopic description of particle interactions is done by using the methods of quantum field theory. Therefore, the student should find the connection between the observed tracks and appropriate scattering cross-sections calculated in quantum field theory, and, if opportunity arises, build the Wilson chamber and check the calculations experimentally.
15.	Andrius Juodagalvis	Sunkiųjų neutralių leptonų aptikimas būsimuose eksperimentuose	Search for neutral heavy leptons in future experiments	Elementariųjų dalelių standartinis modelis aprašo žinomas daleles ir tris fundamentaliąsias sąveikas, tačiau yra eksperimentinių įrodymų, kad turėtų egzistuoti daugiau dalelių. Viena teorijos numatytų dalelių klasė - sunkieji neutralūs leptonai. Kompiuterinių modeliavimų pagalba stengiamasi įvertinti tokių dalelių eksperimentinio aptikimo tikimybes, pvz., CERN FCC-ee ar Ship eksperimentuose.	The standard model of elementary particles describes known particles and three fundamental interactions. However, observations indicate possible existence of additional particles. One class of hypothetical particles is heavy neutral leptons. Computer modeling aids estimations of experimental discovery of such particles, e.g. in CERN FCC-ee or Ship experiments.
16.	Vidas Dobrovolskas	Spektroskopinis mažo metalingumo žvaigždžių tyrimas	Spectroscopic study of low-metallicity stars	Darbe bus atliekamas spektroskopinis mažo metalingumo žvaigždžių tyrimas, nustatant žvaigždžių atmosferos parametrus ir įvairių cheminių elementų gausas. Gauti rezultatai interpretuojami Galaktikos cheminės evoliucijos kontekste. Tyrimui naudojami spektrai, gauti Europos pietinėje observatorijoje ir	The work will involve a spectroscopic study of low-metallicity stars, determining the stellar atmosphere parameters and the abundances of various chemical elements. The results obtained will be interpreted in the context of the chemical evolution of the Galaxy. The study uses spectra obtained at the European Southern Observatory and the Molėtai Astronomical Observatory. It

				Molėtų astronomijos observatorijoje. Pageidautina (bet nebūtina) turėti Python programavimo pagrindus.	is desirable (but not necessary) to have the basics of Python programming.
17.	Augustinas Jacovskis	Dengiančiosios erdvės ir mazgų teorija	Covering spaces and knot theory	Tegu X būna topologinė erdvė. Dengiančioji erdvė (covering space) erdvei X yra kita topologinė erdvė Y kartu su tolydžiu atvaizdžiu $\pi : Y \rightarrow X$, turinčiu savybę, kad kiekvienam taškui $x \in X$ egzistuoja atvira aplinka $U_x \subseteq X$, tokia, kad $\pi^{-1}(U_x) = \text{disjunktinė } V_i \text{ jungtis}$ ir kiekvienam i apribotas atvaizdis $\pi _{V_i} : V_i \rightarrow U_x$ yra homeomorfizmas. Čia indeksas i kinta tam tikroje diskrečioje aibėje. Kaip pavyzdį paimkime apskritimą $X = S^1$. Šiek tiek pagalvojus galima pamatyti, kad tiek pats (galimai susisukęs) apskritimas S^1, tiek realiųjų skaičių tiesė $\mathbb{R}$ tenkina sąlygas būti erdvės X dengiančiosiomis erdvėmis. Klausimas: Ar radome visas galimas erdves X dengiančiąsias erdves (iki izomorfizmo)? Apskritimo atveju atsakymas yra teigiamas: S^1 ir $\mathbb{R}$ yra vienintelės apskritimo S^1 dengiančiosios erdvės iki izomorfizmo. Į šį klausimą bendresniu atveju galima atsakyti pasitelkiant topologiją ir grupių teoriją. Studentas/ė nagrinės šį klasifikavimo rezultatą ir jo įrodymą. Vėliau jis/ji pritaikys šį rezultatą įdomesnėms bazinėms erdvėms X, pavyzdžiui, g genties paviršiams, Cayley kompleksams (Cayley complexes), projektinių plokštumų puokštėms (wedges of projective planes) ir kt. Viena iš dengiančiųjų erdvių teorijos taikymo sričių yra mazgų teorija. Mazgų teorija fizikoje pasirodo keliais esminiais būdais, pavyzdžiui topologinėje kvantinio lauko teorijoje. Mazgas (knot) yra susipainiojusi S^1 kopija, įterpta, pavyzdžiui, į $\mathbb{R}^3$ arba S^3. Vienas pagrindinių mazgų teorijos klausimų yra nustatyti, ar	Let X be a topological space. A covering space for X is another topological space Y together with a continuous map $\pi : Y \rightarrow X$, which has the property that for every point $x \in X$, there exists an open neighbourhood $U_x \subseteq X$ of x such that $\pi^{-1}(U_x) = \text{a disjoint union of } V_i$ and for each i, the restriction $\pi _{V_i} : V_i \rightarrow U_x$ is a homeomorphism. Here, the index i ranges over some discrete set. As an example, take the circle $X = S^1$. After a bit of thinking, one can see that both the circle S^1 itself (possibly "coiled") and the real line $\mathbb{R}$ satisfy the conditions to be covering spaces of X. Question: Have we found all possible covering spaces of X (up to isomorphism)? In the case of the circle, the answer is yes: S^1 and $\mathbb{R}$ are the only covering spaces of S^1 up to isomorphism. In general, this question can be answered using topology and group theory. During this project, the student will study this classification result and its proof. Later, they will apply this result to more interesting base spaces X, for example surfaces of genus g, Cayley complexes, wedges of projective planes, etc. One application of covering spaces is knot theory. Knot theory has various applications to physics, for example to topological quantum field theory. A knot is a tangled copy of S^1 embedded, for example, in $\mathbb{R}^3$ or S^3. One of the main questions in knot theory is to determine whether a given (possibly very complicated) knot is equivalent (in a suitable sense) to the unknot, i.e. the circle.

				duotas (galbūt labai sudėtingas) mazgas yra ekvivalentiškas (tam tikra specialia prasme) trivialiajam mazgui (unknot), t. y. apskritimui. Mazgų invariantai (knot invariants) yra priemonės, padedančios spręsti tokius klausimus. Vienas iš tokių invariantų yra Aleksandro daugianaris (Alexander polynomial), kurio konstrukcija remiasi mazgų papildinių (complements) denginiais trimatėje sferoje S^3. Šiame projekte studentas/ė apžvelgs Aleksandro daugianario apibrėžimą ir apskaičiuos Aleksandro daugianarį keliems mazgams. Kadangi tai yra matematikos projektas, studentas/ė turės būti pasirengęs/usi išmokti dirbti su gana abstrakčia dengiančiosios erdvės sąvoka prieš pereinant prie smagesnių mazgų teorijos taikymų.	Knot invariants are tools used to study such questions. One such invariant is the Alexander polynomial, whose construction involves covering spaces of knot complements in the 3-sphere S^3. In this project, the student will review the construction of the Alexander polynomial, and compute the Alexander polynomials of several knots. Since this is a mathematics project, the student is expected to be prepared to learn to work with the abstract notions involved in covering space theory, before moving on to the more interesting applications to knot theory.
18.	Jonas Klevas	Granuliacijos įtaka egzoplanetų aptikimui tranzito metodu	Influence of granulation for detection of planets with transit method	Granuliacija yra natūrali vėsių žvaigždžių paviršiaus savybė atsirandanti dėl šviesių karštesnių zonų spinduliuojančių daugiau šviesos nei atvėsusi medžiaga grįžtanti į žvaigždžių gelmes. Granulių dydžiai gali būti palyginamo dydžio su planetos disku, tačiau į tai kokią šviesą (didesnę granulėse, mažesnę tarpgranulinėse srityse) blokuoja planetos diskas nėra atsižvelgiama ieškant egzoplanetų. Darbo tikslas yra išanalizuoti šią įtaką naudojant modernius trimačius hidrodinaminius žvaigždžių modelius su granuliacija ir specialius jau veikiančius algoritmus (Python/Julia).	Granulation is a natural feature of the surface of cool stars, resulting from bright hotter areas emitting more light than the cooled material returning to the depths of the stars. The sizes of the granules can be comparable to the size of the planetary disk, but the amount of light (larger in the granules, smaller in the intergranular regions) blocked by the planetary disk is not taken into account when searching for exoplanets. The aim of the work is to analyze this influence using modern three-dimensional hydrodynamical stellar models with granulation and special algorithms already in operation (Python/Julia).
19.	Artūras Acus	Greito determinanto algoritmo skaičiavimo paieška Cliffordo algebros $Cl(p,q)$ multivektoriams kai $p+q=8$	A search of fast determinant computation algorithm for Clifford algebra $Cl(p,q)$ multivector in the case when $p+q=8$	Geometrinė algebra (matematikų vadinama Cliffordo algebra) apibendrina gerai žinomą vektorinį skaičiavimą, kuris plačiai naudojamas fizikoje. Jei vektorinis skaičiavimas tinka tik trimatėms erdvėms, tai įvedus multivektorių (MV) su geometrine algebra (GA) skaičiavimus galima atlikti bet kokios dimensijos ir signatūros erdvėse, tarp jų ir reliatyvistinėje erdvėlaikyje.	Geometric algebra (called Clifford algebra by mathematicians) generalizes the well-known vector calculus, which is widely used in physics. If vector calculus is suitable only for three-dimensional spaces, then by introducing multivectors (MV) with geometric algebra (GA), calculations can be performed in spaces of any dimension and signature, including relativistic spacetime. The determinant of a multivector in any Clifford algebra $Cl(p,q)$ can be calculated using the Faddeev-LeVerrier recursive algorithm. However, when $p+q \leq 7$, optimized

				Multivektoriaus determinantą bet kurioje Clifford algebroje $Cl(p,q)$ galima apskaičiuoti Faddeev-LeVerrier rekursiniu algoritmu. Tačiau kai $p+q \leq 7$ yra žinomi optimizuoti algoritmai (išreikštinės formulės), kurie tai leidžia padaryti kur kas greičiau. Deja, tokios formulės nėra žinomos algebroms kai $p+q \geq 8$. Darbo tikslas būtų naudojant kompiuterinės algebros sistemą Mathematica pamėginti surasti tokią formulę $p+q=8$ algebrai. Tam reikia išspręsti sudėtingą optimizavimo uždavinį ir nustatyti kiek mažiausiai narių reikia tokiai formulei gauti. Tai nėra paprasta užduotis nei matematine nei programavimo prasme, todėl studentas turėtų gerai žinoti tiesinės algebros pagrindus, bei domėtis kaip programuojama Mathematica kalboje.	algorithms (expressive formulas) are known that allow this to be done much faster. Unfortunately, such formulas are not known for algebras when $p+q \geq 8$. The aim of the work is to try to find such a formula for the algebra $p+q=8$ using the computer algebra system Mathematica. To do this, it is necessary to solve a complex optimization problem and determine how many terms are needed to obtain such a formula. This is not a simple task, neither in a mathematical nor a programming sense, so the student should have a good knowledge of the basics of linear algebra, and be interested in how to program in Mathematica.
20.	Jonas Klevas	Magentinių laukų įtaka spektro linijų formavimuisi žvaigždėse	Influence of magnetic fields on formation of stellar spectral lines	Žvaigždžių plazmoje egzistuoja magnetiniai laukai, tačiau jų aptikimas yra gana sudėtingas ir ribotas artimiausioms žvaigždėms. Daugumos žvaigždžių magnetiniai laukai yra gana silpni ir ignoruojami modeliuojant žvaigždės šviesą, kurios pagalba nustatomos žvaigždžių savybės. Visgi, magnetiniai laukai gali turėti įtakos spektro linijoms, tiek žvaigždėse su itin stipriais magnetiniais laukais (M-nykštukėse), tiek mažo tankio žvaigždžių atmosferose (milžinėse). Itin mažai tyrinėta magnetinių laukų įtaka įvairių žvaigždžių atmosferoms (išskyrus Saulę). Magnetinio lauko sąveika su konvekcija tirta tik pavieniais atvejais. Darbo tikslas yra įvertinti, kaip magnetiniai laukai sąveikaudami su konvekcija veikia spektro linijų formavimąsi ir stebimas žvaigždžių savybes.	Magnetic fields exist in stellar plasma, but their detection is quite difficult and limited to the nearest stars. The magnetic fields of most stars are quite weak and are ignored in modeling starlight, which is used to determine the properties of stars. However, magnetic fields can affect spectral lines, both in stars with extremely strong magnetic fields (M-dwarfs) and in the atmospheres of low-density stars (giants). The influence of magnetic fields on the atmospheres of various stars (except the Sun) has been studied very little. The interaction of the magnetic field with convection has been studied only in isolated cases. The aim of the work is to assess how magnetic fields, interacting with convection, affect the formation of spectral lines and the observed properties of stars.
21.	Darius Jurčiukonis	Mašininio mokymosi taikymas standartinio modelio plėtinių tyrimams	Machine learning application for studying extensions of the Standard Model	Nagrinėjamų modelių skaitmeninių skaičiavimų optimizavimui, studentai pritaikys ir tobulins mašininio mokymosi metodus	The students will apply and further develop machine learning techniques to optimize the numerical calculations of the models under study

22.	Darius Jurčiukonis	Multi Higgs dubletų modelių tyrimas	Study of the multi-Higgs-doublet models	Studentai susipažins su atitinkamais multi-Higgs dubletų modeliais ir pritaikys teorinius apribojimus, tokius kaip unitarumo ir vakuumo stabilumo sąlygos, kurios užtikrina modelių fizikinį nuoseklumą ir stabilumą	The students will become familiar with relevant multi-Higgs-doublet models and will apply theoretical constraints such as unitarity and vacuum stability conditions, which ensure the physical consistency and stability of the models
23.	Rytis Kazakevičius	Heterogeninės difuzijos proceso pirmo kirtimo laikų analizė	First-Passage Time Analysis for a Heterogeneous Diffusion Process	Bus skaičiuojamas pirmo kirtimo laiko vidutinis ir variacija heterogeninės difuzijos procesui, pasižyminčiam anomalios difuzija.	The mean first-passage time and its variance will be calculated for a heterogeneous diffusion process exhibiting anomalous diffusion.
24.	Rytis Kazakevičius	Trumpiniai Riemanno–Liouville'o operatoriai ir Lévy subordinacija subdifuzijos modeliuose	Fractional Riemann–Liouville Operators and Lévy Subordination in Models of Subdiffusion	Praktikos metu nagrinėjami subdifuzijos modeliai, pasitelkiant trupmeninius Riemanno–Liouville'o operatorius, specialiąsias funkcijas (Fox H-funkciją), Lévy procesus, subordinacijos teoriją ir stochastines diferencialines lygtis. Kviečiami dalyvauti studentai, besidomintys matematine analize, tikimybių teorija ir stochastinių procesų analiziniais bei skaitiniais metodais.	The practice introduces students to fractional calculus, special functions (the Fox H-function), Lévy processes, subordination theory, and stochastic differential equations through the study of subdiffusion models. Students interested in mathematical analysis, probability theory, and stochastic processes are welcome to participate.
25.	Arnas Drazdauskas	Vėsių žvaigždžių atmosferų parametrų nustatymo optimizavimas	Optimizing Atmospheric Parameter Extraction for Cool Stars	M tipo žvaigždės (vėsiausios ir dažniausiai mūsų galaktikoje sutinkamos žvaigždės) yra pagrindiniai objektai ieškant naujų planetų, tačiau jų šviesos analizė yra didelis iššūkis, nes šių žvaigždžių atmosferose dominuoja tankūs ir triukšmingi signalai. Siekdamas išspręsti šią problemą, studentas sudarys patikrintų geležies linijų - specifinių cheminių žymenų žvaigždžių šviesoje - sąrašą. Tada studentas tikrins, kaip įvairios automatizuotos analizės programos (DAOSPEC, ARES, REview) matuoja šiuos žymenis, ir palygins rezultatus su rankiniu, vizualių metodu, naudojant „SPLAT-VO“. Reguluodamas vidinius programinės įrangos nustatymus, pavyzdžiui, kontinuumo lygį, studentas nustatys tiksliausias konfigūracijas ir pritaikys jas gerai žinomoms etaloninėms žvaigždėms, kad apskaičiuotų jų fizikines savybes.	M-type stars (the coolest and most common stars in our galaxy) are prime targets for finding new planets, but analyzing their light is highly challenging because their atmospheres create crowded, noisy signatures in our data. To address this, the student will curate a clean list of iron lines-specific chemical markers in the starlight, to filter through this confusion. They will then test how various automated analysis programs (DAOSPEC, ARES, REview) measure these markers compared to a manual, visual approach using SPLAT-VO. By tweaking internal software settings like continuum alignment, the student will determine the most accurate configurations and apply them to well-known "benchmark" stars to calculate their physical properties.
26.	Renata Minkevičiūtė	Spektroskopiniai žvaigždžių atmosferų tyrimo metodai	Spectroscopic Methods for Stellar Atmosphere Analysis	Ši praktika bus skirta išmokyti tirti žvaigždžių atmosferas taikant spektroskopinius metodus. Darbas apims žvaigždžių spektrų analizę, fizikinių atmosferos parametrų nustatymą ir cheminių elementų gausų tyrimą naudojant stebėjimų duomenis ir šiuolaikinius spektroskopinius įrankius.	This practical training focuses on the application of spectroscopic methods to the study of stellar atmospheres. The work involves the analysis of stellar spectra, determination of atmospheric parameters, and investigation of chemical abundances using observational data and modern spectroscopic tools.

27.	Marius Maskoliūnas	Kintamų galaktikos objektų laikinė fotometrija ir klasifikacija	Time-domain photometry and classification of variable galactic objects	Paukščių Tako galaktikoje aptinkama gausi kintamųjų žvaigždžių ir kitų laike kintančių astrofizikinių objektų populiacija, kurių šviesis kinta periodiškai arba neperiodiškai. Šie objektai klasifikuojami į kelias pagrindines grupes, atspindinčias skirtingus žvaigždžių evoliucijos etapus arba specifinius fizinius kintamumo mechanizmus. Be objekto vidinio kintamumo, ryškio sustiprėjimą gali sukelti ir gravitacinis mikrolėšavimas, kai kompaktiškas masyvus objektas praeina arti regėjimo linijos į foninę žvaigždę. Astronomijoje fotometrija apibrėžiama kaip objekto šviesio matavimas tam tikruose bangos ilgių ruožuose, įskaitant regimąją šviesą. CCD laikinė fotometrija tiria, kaip astronominių objektų ryškis kinta laikui bėgant. Tokie ryškio pokyčiai kyla dėl įvairių fizinių procesų: žvaigždžių pulsacijų, termobranduolinių sproginų (novų ir supernovų), akrecijos sukulto aktyvumo aktyviuose galaktikos branduoliuose, reliatyvistinių čiurkšlių blazaruose ir daugybės kintamųjų žvaigždžių tipų. Prieš kelis dešimtmečius didelės spartos CCD fotometrija tapo svarbiu įrankiu gravitacinio mikrolėšavimo reiškiniams aptikti ir analizuoti, leidžiančiu nustatyti kitaip nematomų kompaktiškų objektų – rudųjų nykštukių, žvaigždžių liekanų ar galimų tamsiosios materijos kandidatų – masę. Projekto metu studentas atliks pradinį CCD vaizdų apdorojimą (biaso atėmimą, plokščio lauko korekciją, objekto fotometrinių duomenų nustatymą), vykdys pirminę kintamumo klasifikaciją ir analizuos prognozuotą mikrolėšavimo įvykį. Sėkmingam darbui būtinas atsakingumas, kruopštumas ir pagrindiniai programavimo įgūdžiai.	The Milky Way contains a broad population of variable stars and other time-dependent astrophysical sources whose luminosity changes on periodic or aperiodic timescales. These objects are classified into several major categories that correspond to distinct phases of stellar evolution or to specific physical mechanisms governing their variability. In addition to intrinsic variability, gravitational microlensing can produce transient, non-repeating brightness amplification when a compact massive object passes near the line of sight to a background star. In observational astronomy, photometry denotes the quantitative measurement of electromagnetic flux within defined wavelength bands, including the optical regime. CCD time-domain photometry focuses on monitoring how the recorded flux from an astronomical source evolves over time. Such brightness variations arise from diverse physical processes, including stellar pulsation, thermonuclear outbursts (novae and supernovae), accretion-driven variability in active galactic nuclei, relativistic jet activity in blazars, and numerous subclasses of variable stars. Beginning several decades ago, time-domain CCD photometry became a central tool for detecting and characterizing gravitational microlensing events, enabling constraints on the mass of otherwise invisible compact objects such as brown dwarfs, stellar remnants, or potential dark matter candidates. During the project, the student will carry out initial CCD image reduction (bias subtraction, flat-fielding, and photometric extraction), perform preliminary variability classification, or analyze a predicted microlensing event. Successful work requires responsibility, careful data handling, and foundational programming skills.
28.	Valdas Jonauskas	Dielektroninės rekombinacijos tyrimas geležies jonams	Study of dielectronic recombination in iron ions	Dielektroninė rekombinacija yra svarbus atomų veikimo mechanizmas plazmos fizikoje ir astrofizikoje. Dielektroninė rekombinacija vyksta, kai laisvasis elektronas yra pagaunamas jono, tuo pačiu sužadindamas surištą elektroną. Taip susidaro tarpinė dvigubai sužadinta būseną, kuri vėliau stabilizuojasi išspinduliuodama fotoną. Darbo metu bus atlikti	Dielectronic recombination processes are a key atomic mechanism in plasma physics and astrophysics. Dielectronic recombination occurs when a free electron is captured by an ion while simultaneously exciting a bound electron, forming an intermediate doubly excited state that subsequently stabilizes through photon emission. During this work, calculations of energy levels, radiative and

				energijos lygmenų, spinduliuojamųjų ir Ožė šuolių skaičiavimai atrinktiems geležiams jonams. Šie duomenys bus naudojami įvertinant dielektroninės rekombinacijos spartas.	Auger transitions will be performed for selected iron ions. These data will be used to evaluate dielectronic recombination rates.
29.	Andrius Juodagalvis	-	Two Higgs decay studies in CERN CMS experiment	-	CERN CMS experiment probes fundamental properties of particles by recording data of high-energy proton-proton collisions. On rare occasions two Higgs bosons are produced at the same time. The practice work will introduce to experimental data analysis using a computer with an aim of estimating the probability to observe a simultaneous decay of two Higgs bosons.
30.	Andrius Juodagalvis	Drell-Yan proceso triukšmo įvykių tyrimas elektronų kanale naudojant CMS eksperimento antrojo etapo duomenis	Analysis of the Drell-Yan process background in the electron channel with the CMS Run-2 data	CERN CMS eksperimento 2016 metų duomenų statistinė analizė. Foninių procesų indėlio įvertinimas Drell-Yan proceso elektronų kanalo ($q\bar{q} \rightarrow e^+e^-$) diferencialinio reakcijos skerspjūvio matavime naudojant „Shears“ programinės įrangos paketą.	Statistical analysis of proton-proton collision data recorded with CERN CMS detector in 2016. Estimation of background contributions using "Shears" software framework in the context of differential Drell-Yan electron production ($q\bar{q} \rightarrow e^+e^-$) cross-section.
31.	Donatas Narbutis	Planetų sistemos tankiose žvaigždinėse aplinkose – arba iš kur atsirado Žemė?	Planetary systems in dense stellar environments – or where did Earth come from?	Tankioje žvaigždžių aplinkoje planetos formuojasi esant labai dinamiškoms ir trikdančioms sąlygoms, kai artimi žvaigždžių susidūrimai, stiprios gravitacinės perturbacijos ir intensyvūs spinduliuotės laukai nuolat keičia protoplanetinės medžiagos savybes. Šioje temoje nagrinėjama, kaip tokios ekstremalios aplinkos veikia jaunų planetinių sistemų stabilumą ir evoliuciją, ir ar ankstyvoji Saulės sistema galėjo atsirasti panašiam tankiam žvaigždžių regione. Svarbi darbo dalis - modeliuoti gravitacines sąveikas tarp artimų žvaigždžių ir besiformuojančių planetų, siekiant suprasti, kaip šios jėgos formuoja, destabilizuoja ar net išstumia besikuriančius pasaulius.	In dense stellar environments, planets form under highly dynamic and disruptive conditions, where close stellar encounters, strong gravitational perturbations, and intense radiation fields constantly reshape protoplanetary material. This topic examines how such extreme environments influence the stability and evolution of young planetary systems, and whether the early Solar System could have originated in a similarly crowded stellar region. A key part of the work involves modeling gravitational interactions between nearby stars and forming planets to understand how these forces sculpt, destabilize, or even eject emerging worlds.
32.	Donatas Narbutis	Tamsiosios medžiagos ir juodųjų skylių poveikis tankioms žvaigždžių sistemoms - ar jį galime matyti?	The effects of dark matter and black holes on dense stellar systems - can we observe it?	Tamsioji medžiaga ir juodosios skylės tankiose žvaigždžių sistemose kelia klausimą, ar jos yra egzotiški teoriniai papildymai, ar realūs, dinamiškai reikšmingi šių aplinkų komponentai. Regionuose, kuriuose yra daug žvaigždžių, tamsioji medžiaga gali palikti subtilius gravitacinius pėdsakus, o žvaigždės masės ir vidutinės masės juodosios skylės gali stipriai paveikti sistemos struktūrą ir ilgalaikę evoliuciją. Šioje temoje nagrinėjama, kaip tokie veiksniai formuoja žvaigždžių judėjimus ir sistemos stabilumą,	Dark matter and black holes in dense stellar systems raise the question of whether they are exotic theoretical additions or real, dynamically significant components of these environments. In regions where stars are packed tightly together, dark matter may leave subtle gravitational signatures, while stellar-mass and intermediate-mass black holes can strongly influence the system's structure and long-term evolution. This topic examines how these elements shape stellar motions and system stability, using modeled gravitational interactions between stars, black

				modeliuojant gravitacines sąveikas tarp žvaigždžių, juodųjų skylių ir galimų tamsiosios medžiagos sankaupų, siekiant atskleisti jų tikrąjį poveikį.	holes, and potential dark-matter concentrations to reveal their actual impact.
33.	Donatas Narbutis	Kaip sukurti „kišeninę“ galaktiką – mažiausios struktūros Visatoje ir jų modeliavimas	How to create a “pocket galaxy” – modeling the smallest structures in the Universe	Tai tyrimas apie mažiausias galaktines struktūras Visatoje: trapias, mažos masės sistemos, esančias ties riba tarp žvaigždžių spiečių ir tikrų galaktikų. Tokie objektai formuojasi ir vystosi ekstremaliomis sąlygomis, kur net menki masės, tankio ar tamsiosios medžiagos pokyčiai gali lemti, ar jie išliks, ar išsisklaidys aplinkoje. Tema nagrinėja, kaip šios miniatiūrinės galaktikos atsiranda, nyksta ir sąveikauja su aplinka, pasitelkiant modeliuotas gravitacines sąveikas tarp žvaigždžių, dujų ir tamsiosios medžiagos, siekiant suprasti, kas lemia jų struktūrą ir ilgalaikę raidą.	Topic examines the smallest galactic structures in the Universe - fragile, low-mass systems that lie on the boundary between star clusters and true galaxies. These objects form and evolve under extreme conditions, where even minor changes in mass, density, or dark-matter content can determine whether they persist or disperse into their surroundings. The topic explores how such miniature galaxies emerge, fade, and interact with their environment, using modeled gravitational interactions among stars, gas, and dark matter to understand what shapes their structure and long-term evolution.
34.	Donatas Narbutis	Dūmai ir veidrodžiai: žvaigždžių asociacijų atkūrimas gravitaciškai lęšiuotose galaktikose naudojant JWST ir mašininį mokymąsi	Smoke and Mirrors: Reconstructing Stellar Associations in Gravitationally Lensed Galaxies with JWST and Machine Learning	Žvaigždžių asociacijos gravitaciškai lęšiuotose galaktikose yra tikras dūmų ir veidrodžių galvosūkis: JWST pagaliau „sudegino“ dulkių ekstinkciją, kuri ilgai slėpė jaunas žvaigždes, tačiau priekyje esanti lęšiuojanti masė vis dar veikia kaip veidrodžių salė, tempianti ir laužanti foninę galaktiką. Norint tirti žvaigždžių asociacijas tokiose iškraipytose galaktikose, pirmiausia reikia atkurti nelęšiuotą, tikrąją galaktikos struktūrą. Tai reiškia, kad lęšio masės pasiskirstymą būtina sumodeliuoti taip tiksliai, kad būtų galima ištiesinti didinimo gradientus ir šlyties raštus. Mašininio mokymosi metodai šį procesą dar labiau palengvina: jie „išmoka“ lęšį, invertuoja iškraipymą ir atkuria smulkias struktūras. Tik tada galime atsekti, kaip žvaigždžių asociacijų savybės kinta priklausomai nuo raudonojo poslinkio - kaip evoliucionuoja jų dydžiai, tankiai ir išsisklaidymo tempai per kosminį laiką.	Stellar associations in gravitationally lensed galaxies are the ultimate smoke-and-mirrors problem: JWST finally burns away the dust extinction that used to hide young stars, but the foreground lensing mass still acts like a hall of mirrors, stretching and twisting the background galaxies. To study newly formed stellar groups within such lensed galaxies, the first task is to reconstruct the unlensed, intrinsic galaxy. This means modeling the lens mass distribution with enough precision to flatten magnification gradients and shear patterns. Machine-learning methods push this further: they learn the lens, invert the distortion, and recover the fine-grained structure. Only then can we trace how the properties of stellar associations change with redshifted galaxies - how their sizes, densities, and dispersal rates evolve as star-forming environments shift across cosmic time.